

Method for operating hybrid vehicle controls mode of operation of electric motor/generator unit according to charge level of vehicle battery**Publication number:** DE19947922**Publication date:** 2001-04-19**Inventor:** QUEINS PHILIPP (DE); SCHELL ANDREAS (DE)**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)**Classification:**

- International: B60K6/48; B60L15/20; B60W10/08; B60W10/26;
B60W20/00; B60K6/00; B60L15/20; B60W10/08;
B60W10/26; B60W20/00; (IPC1-7): B60K6/02

- European: B60W10/08; B60K6/48; B60L15/20E; B60W10/26;
B60W20/00

Application number: DE19991047922 19991006**Priority number(s):** DE19991047922 19991006[Report a data error here](#)**Abstract of DE19947922**

The method relates to the mode of operation of the electric motor/generator. Under normal running conditions the battery charge level is checked to determine if it is sufficient to support motor mode. If it is not, or a point is reached when it is insufficient, the IC engine alone drives the vehicle. When braking if the battery charge is low the generator mode is selected. When a full charge level is reached or is already present the braking energy is dissipated in a braking resistance

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 47 922 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 K 6/02

②1 Aktenzeichen: 199 47 922.4
②2 Anmeldetag: 6. 10. 1999
④3 Offenlegungstag: 19. 4. 2001

⑦1 Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Queins, Philipp, Dipl.-Ing., 70376 Stuttgart, DE;
Schell, Andreas, Dipl.-Ing., 70619 Stuttgart, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 195 32 136 A1
DE 44 46 485 A1
DE 44 22 636 A1
DE 6 94 15 754 T2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs, bei dem eine Elektromaschine im Motorbetrieb und/oder im Generatorbetrieb betrieben wird, wobei im Generatorbetrieb kinetische Fahrzeugenergie von der Elektromaschine in elektrische Leistung umgewandelt und in einer Energiespeichereinheit gespeichert wird, wobei in einem Zyklus zuerst überprüft wird, ob eine Antriebsanforderung oder eine Bremsanforderung für das Fahrzeug vorliegt, bei erfolgter Antriebsanforderung überprüft wird, ob eine Entnahme von Energie aus der Energiespeichereinheit unter Berücksichtigung von Schwellwerten zulässig ist, bei zulässiger Entnahme dort Energie entnommen und zum Antrieb des Fahrzeugs bereitgestellt wird, bei nicht zulässiger Entnahme Energie nur vom Hauptantrieb zur Verfügung gestellt wird, aber, wenn keine Antriebsanforderung erfolgt ist, überprüft wird, ob eine Bremsanforderung vorliegt, bei vorliegender Bremsanforderung überprüft wird, ob eine Zufuhr von Energie in die Energiespeichereinheit unter Berücksichtigung von Schwellwerten zulässig ist, bei zulässiger Zufuhr dort Energie zugeführt und so kinetische Energie des Fahrzeugs in der Energiespeichereinheit gespeichert wird, bei nicht zulässiger Zufuhr Energie in eine Energieabfuhreinheit abgegeben wird und anschließend der Zyklus wiederholt wird.

DE 199 47 922 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor können bisher lokal nicht emissionsfrei betrieben werden. Bei einem Fahrzeug, das mit einem Hybridantrieb angetrieben wird, ist dies durch Abschalten des Verbrennungsmotor und alleiniges Betreiben des Elektromotor möglich.

Ein gattungsgemäßes Hybridfahrzeug ist aus der DE-A-44 46 485 bekannt, bei dem kinetische Fahrzeugenergie vom Antriebs-Elektromotor in elektrische Leistung umgewandelt wird, die wahlweise durch Aufladen einer Traktionsbatterie oder Antreiben einer Brennkraftmaschine über einen angekoppelten, dann im Motorbetrieb arbeitenden Generator absorbiert werden kann.

Um ein Hybridfahrzeug unter größtmöglicher Schonung der Reibungsbremsen sowie der Traktionsbatterie abzubremsen, wird vorgeschlagen, mit variablen Bremskraftanteilen zu bremsen, indem ein Motorbremsbetrieb aktiviert wird, wenn die Traktionsbatterie voll aufgeladen ist oder ihre Temperatur außerhalb eines vorgegebenen Ladetemperaturbereiches liegt oder die zu der vom Antriebs-Elektromotor bereitgestellten elektrischen Leistung gehörige Ladestromstärke einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

In schweren Nutzfahrzeugen wird als verschleißlose Dauerbremse ein hydrodynamischer oder ein elektrodynamischer Retarder eingesetzt, der kinetische Energie beim Bremsen in Wärme umsetzt. Hier sind besonders hohe Anforderungen an die Ausfallsicherheit des Bremssystems gestellt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere eines Nutzfahrzeugs, bereitzustellen, mit dem ein Hybridantrieb situationsangepaßt genutzt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird ein Hybridfahrzeug mit einem Hauptantrieb und einer Elektromaschine, bei dem die Elektromaschine im Motorbetrieb und/oder im Generatorbetrieb betrieben wird, wobei im Generatorbetrieb kinetische Fahrzeugenergie von der Elektromaschine in elektrische Leistung umgewandelt und in einer Energiespeichereinheit gespeichert wird, so betrieben, daß in einem Zyklus zuerst überprüft wird, ob eine Antriebsanforderung oder eine Bremsanforderung für das Fahrzeug vorliegt, wobei bei erfolgter Antriebsanforderung überprüft wird, ob eine Entnahme von Energie aus der Energiespeichereinheit unter Berücksichtigung von Schwellwerten zulässig ist und bei zulässiger Entnahme dort Energie entnommen und zum Antrieb des Fahrzeugs bereitgestellt wird. Bei nicht zulässiger Entnahme wird Energie dagegen nur vom Hauptantrieb zur Verfügung gestellt.

Wenn keine Antriebsanforderung erfolgt ist, wird überprüft, ob eine Bremsanforderung vorliegt, und bei vorliegender Bremsanforderung wird überprüft, ob eine Zufuhr von Energie in die Energiespeichereinheit unter Berücksichtigung von Schwellwerten zulässig ist. Bei zulässiger Zufuhr wird dort Energie zugeführt und so kinetische Energie des Fahrzeugs in der Energiespeichereinheit gespeichert. Bei nicht zulässiger Zufuhr wird dagegen Energie in eine Energieabführeinheit abgegeben. Anschließend wird der Zyklus wiederholt.

Vorzugsweise werden bei der Überprüfung der Zulässigkeit der Entnahme von Energie aus der Energiespeicherein-

heit Schwellwerte zur Charakterisierung eines zulässigen Entladestroms und/oder einer zulässigen Entladespannung und/oder eines zulässigen Energieinhalts und/oder einer zulässigen Temperatur der Energiespeichereinheit verwendet.

Weiterhin werden vorzugsweise bei der Überprüfung der Zulässigkeit der Zufuhr von Energie in die Energiespeichereinheit Schwellwerte zur Charakterisierung eines zulässigen Ladestroms und/oder einer zulässigen Ladespannung und/oder eines zulässigen Energieinhalts und/oder einer zulässigen Temperatur der Energiespeichereinheit verwendet.

In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens werden die Zulässigkeit der Zufuhr von Energie in die Energieabführeinheit Schwellwerte zur Charakterisierung eines maximal zulässigen Stroms und/oder einer maximal zulässigen Ladespannung und/oder einer maximal zulässigen Temperatur der Energieabführeinheit verwendet.

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung unterbleibt bei geringen Geschwindigkeiten des Fahrzeugs unterhalb einer Schwellgeschwindigkeit eine Energiezufuhr in die Energiespeichereinheit.

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird bei Geschwindigkeiten des Fahrzeugs unterhalb einer Schwellgeschwindigkeit ein Bremsmoment abhängig von der aktuellen Geschwindigkeit begrenzt.

In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird zur Ermittlung der Antriebsanforderung und/oder der Bremsanforderung ein Fahrpedal auf einen Betätigungsvorgang überprüft.

Es wird vorgeschlagen, eine Bremsseinheit in einem Fahrzeug durch eine Elektromaschine und eine Energiespeichereinheit zu ersetzen. Besonders bevorzugt wird eine Retardereinheit in einem Nutzfahrzeug durch eine Elektromaschine und eine Energiespeichereinheit und eine Energieabführeinheit in Form einer Bremswiderstandseinheit ersetzt.

Der Vorteil ist, daß die beim Verzögern anfallende Energie zwischengespeichert werden und anschließend zum Antrieb des Fahrzeugs verwendet kann.

Während des Schaltvorgangs ist das Fahrzeug nicht mehr antriebslos, sondern die Schaltpausen werden mit der Elektromaschine überbrückt.

Die Elektromaschine unterstützt in bestimmten Drehzahlbereichen, in denen der Verbrennungsmotor nur wenig Leistung abgibt, den Verbrennungsmotor.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung ausführlich beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 die Anordnung einer Elektromaschine mit einem Energiespeichereinheit und einer Energieabführeinheit in einem bevorzugten Hybridfahrzeug,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Verfahrensablaufs und

Fig. 3 Eingangsgrößen und Ausgangsgrößen eines bevorzugten Controllers.

In Fig. 1 ist eine bevorzugte Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens für ein bevorzugtes Antriebssystem dargestellt. Eine für ein bevorzugtes Nutzfahrzeug übliche hydrodynamische oder elektrodynamische Retardereinheit ist durch eine Elektromaschine 1 und eine

Energiespeichereinheit 8 ersetzt. Bevorzugte Energiespeichereinheiten sind eine Batterie und/oder ein Kondensator und/oder ein Schwungrad. Optional kann auch eine Energieabführeinheit 9, vorzugsweise eine Bremswiderstandseinheit, vorgesehen sein, um etwaige Sicherheitsvorschriften für Nutzfahrzeuge zu erfüllen. Die Energieabführeinheit 9 sorgt dafür, daß bei geladener Energiespeichereinheit 8 weiter anfallende Leistung beim Bremsen im Notfall abgeführt werden kann, indem die Energie in der Energieabführeinheit 9 verheizt wird.

Die Elektromaschine 1 ist mit einem Getriebe 2 verbunden, so daß über das Getriebe 2 von der Elektromaschine 1 ein antreibendes oder ein bremsendes Moment auf eine angetriebene Welle 3 gegeben werden kann. Die angetriebene Welle 3 wird in üblicher Weise von einem Verbrennungsmotor 4 über den Abtrieb 5 mit einem entsprechendem Drehmoment beaufschlagt. Durch eine Kupplung 6 ist der Verbrennungsmotor 4 vom Getriebe 2 abkuppelbar, so daß die Elektromaschine 1 unabhängig vom Verbrennungsmotor 4 ein positives oder negatives Drehmoment auf die Antriebsräder geben kann.

Die Elektromaschine 1 ist mit einem Umrichter 7 verbunden, über den Umrichter 7 steht die Elektromaschine 1 mit einer Speichereinheit 8, z. B. einer Batterie, und einer Energieabführeinheit 9, bevorzugt eine Bremswiderstandseinheit, in Verbindung. Die Bremswiderstandseinheit ist dazu vorgesehen, Bremsenergie der Elektromaschine 1 aufzunehmen und in thermische Energie umzusetzen, falls die Energiespeichereinheit 8 einen Ladezustand erreicht hat, der nicht überschritten werden soll oder darf. Dazu ist dem Umrichter 7 eine Schalteinrichtung zugeordnet, die vorzugsweise ansteuerbar ist, und die die Elektromaschine 1 mit der Energiespeichereinheit 8 oder der Energieabführeinheit 9 verbinden kann.

Ein bevorzugtes Verfahren zum Betreiben eines für bevorzugten Fahrzeugs ist in Fig. 2 dargestellt.

Zum Verzögern eines Fahrzeugs wirkt die Elektromaschine 1 als Generator. Dabei bringt die Elektromaschine 1 auf die Antriebswelle 3 ein Bremsmoment auf. Die dabei entstehende elektrische Energie wird in der Energiespeichereinheit 8 gespeichert.

Beim Antreiben des Fahrzeugs entnimmt die Elektromaschine 1 der Energiespeichereinheit 8 elektrische Energie und treibt damit zusätzlich zum Hauptantrieb 4, vorzugsweise einem Verbrennungsmotor, das Fahrzeug an.

Darüber hinaus wird günstigerweise die Einhaltung von physikalischen Grenzen kontrolliert, wie z. B. von einem nicht dargestellten Batteriesteuergerät vorgegebene Strom- und Spannungsgrenzen, wenn als Energiespeichereinheit 8 eine Batterie verwendet wird. Damit wird die Betriebssicherheit des Hybridfahrzeugs verbessert.

Der Betrieb des Fahrzeugs erfolgt nach dem im folgenden beschriebenen bevorzugten Verfahren, welches vorzugsweise zyklisch wiederholt wird. Am Zyklusbeginn wird in einem ersten Schritt abgefragt, ob ein Antriebswunsch besteht, d. h. ob eine Leistungsanforderung des Fahrers vorliegt, indem etwa das Fahrpedal betätigt ist. Falls ja, wird abgefragt, ob der Energieinhalt der Energiespeichereinheit 8 für die Bereitstellung eines dem aktuellen Betriebszustand und/oder dem neuen, gewünschten Betriebszustand mit mehr Antriebsleistung, entsprechendes Drehmoment der Elektromaschine 1 ausreichend ist. Falls ja, wird Energie aus der Energiespeichereinheit 8 entnommen. Falls nein, wird Antriebsleistung dem Verbrennungsmotor 4 entnommen, und der aktuelle Zyklus ist beendet. Nach Beendigung des Zyklus kann der nächste Zyklus mit dem ersten Schritt am Zyklusbeginn beginnen.

Falls jedoch der Energieinhalt des Energiespeichers 8

ausreichend ist, ist die Entnahme von Energie aus dem Energiespeicher 8 zulässig. Dazu wird überprüft, ob ein Schwellwert bei der Entnahme, etwa eine maximale oder minimale Leistungsgrenze und/oder ein maximaler oder ein minimaler Entladestrom und/oder ein maximaler oder minimaler Entladespannung und/oder eine minimale und/oder maximale Temperatur des Energiespeichers 8 und/oder eine maximale oder minimale Temperatur des Umrichters 6 überschritten bzw. unterschritten wird. Falls nein, ist der Zyklus beendet der nächste Zyklus kann beginnen. Falls eine Leistungsgrenze überschritten ist, wird wiederum Leistung nicht aus der Energiespeichereinheit 8, sondern vom Verbrennungsmotor 4 bereitgestellt. Dann ist der Zyklus beendet.

Wird dagegen im ersten Schritt des Zyklus festgestellt, daß keine Antriebsanforderung vorliegt, indem z. B. das Fahrpedal nicht betätigt wurde, dann wird überprüft, ob eine Bremsanforderung vorliegt, indem etwa das Bremspedal betätigt wurde. Falls nein, ist der Zyklus beendet, und der nächste Zyklus kann beginnen. Falls ja, wird überprüft, ob die Energiespeichereinheit 8 geladen ist, bzw. ob eine maximale Speichergrenze erreicht ist, die nicht überschritten werden soll. Ist diese Grenze erreicht, so wird beim Bremsen anfallende Bremsenergie in die Bremswiderstandseinheit 9 eingespeist und in thermische Energie umgewandelt und das Zyklusende ist erreicht. Ist eine Zufuhr von Energie in den Energiespeicher zulässig, d. h. kann der Energiespeicher 8 noch Energie aufnehmen, so wird Energie der Energiespeichereinheit 8 zugeführt und dort gespeichert. Das Zyklusende ist erreicht, der neue Zyklus kann beginnen.

Selbstverständlich können weitere Parameter, die den aktuellen Betriebszustand des Fahrzeugs kennzeichnen, wie den Zustand des Energiespeichers 8 und/oder den Zustand der Bremswiderstandseinheit 9 kennzeichnende Parameter mit berücksichtigt werden. Günstig ist, solche Schwellwerte auch für den Umrichter 2 und/oder die Elektromaschine vorzusehen.

In Fig. 3 ist ein bevorzugter Controller mit Eingangsgrößen und Ausgangsgrößen dargestellt. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden einem Controller in dem Fahrzeug diese Eingangsgrößen zur Verfügung gestellt und in Ausgangsgrößen zur Ansteuerung mit Vorgabe des Sollmoments der Elektromaschine 1, des Sollmoments des Hauptantriebs 4 und der Energieabführeinheit 9 umgewandelt. Der Hauptantrieb 4 ist hier vorzugsweise ein Verbrennungsmotor.

Als Energiespeichereinheit 8 ist hier bevorzugt eine Batterie eingesetzt. Bei anderen Arten von Energiespeichereinheiten werden die Überwachungsparameter bzw. Schwellwerte für die Batterie durch die für die jeweilige Energiespeichereinheit 8 relevanten Parameter ersetzt. Die Energieabführeinheit 9 wird vorzugsweise durch eine Bremswiderstandseinheit gebildet.

Die Bremswiderstandseinheit ist hier durch vier separate Bremswiderstände gebildet, welche einzeln bestromt werden können oder elektrisch in Serie und/oder auch parallel verschaltet sein können. Vorzugsweise werden die Bremswiderstände einzeln überwacht. Vorzugsweise wird die Bremswiderstandseinheit, bzw. Energieabführeinheit durch ein Kühlmittel gekühlt.

Als Eingangsgrößen dienen bevorzugt das Bremssollmoment M2 der Elektromaschine, das Istmoment M3 der Elektromaschine, Batterieladezustand SOC, maximal zulässige Spannung U1, aktuelle Spannung der Batterie U2, minimale zulässige Spannung der Batterie U3, maximal zulässige Stromstärke der Batterie I1, Stromstärke der Batterie I2, minimal zulässige Stromstärke der Batterie I3, Temperatur TEM der Elektromaschine 1, Fahrzeuggeschwindigkeit. Günstige mögliche Eingangsgrößen sind:

M1: das gesamte, durch das Fahrpedal vorgegebenes Sollmoment bezogen auf den Verbrennungsmotor 4

M2: Bremsmoment zum Bremsen

M3: Istmoment der Elektromaschine 1

v: Fahrzeuggeschwindigkeit

n1: Drehzahl des Verbrennungsmotors 4

n2: Drehzahl der Elektromaschine 1

x1: eingelegter Gang der Schaltung im Fahrzeug x2: Kupplungstellung (0, 1, 0 = Kupplung offen, 1 = Kupplung geschlossen)

SOC: Batterieladezustand (0, 1; 0 = leer, 1 = voll)

U1: maximal zulässige Spannung der Batterie

U2: aktuelle Spannung der Batterie

U3: minimal zulässige Spannung der Batterie

I1: maximal zulässige Stromstärke der Batterie

I2: Stromstärke der Batterie

I3: minimal zulässige Stromstärke der Batterie

TEM: Temperatur der Elektromaschine 1

θ1: Temperatur des Bremswiderstands 1

θ2: Temperatur des Bremswiderstands 2

θ3: Temperatur des Bremswiderstands 3

θ4: Temperatur des Bremswiderstands 4

θ5: Temperatur des Kühlmittels der Bremswiderstandseinheit 9.

Die Ausgänge rechts bedeuten:

M4: Sollmoment der Elektromaschine 1

M5: Sollmoment des Verbrennungsmotors 4

Y: Ansteuerung der Bremswiderstandseinheit 9 (Wert von 0 bis

1, 0 = kein Strom durch Bremswiderstandseinheit 9, 1 = voller Strom durch Bremswiderstandseinheit 9)

Vorteilhaft ist es, das Sollmoment M4 der Elektromaschine 1 für den Antriebs- und, den Bremsfall zu begrenzen. Das Sollmoment M4 wird vorzugsweise begrenzt, wenn vorgegebene physikalische Grenzen, z. B. Temperaturen, überschritten werden. Vorzugsweise wird das Sollmoment M4 der Elektromaschine 1 bei Annäherung an einen Schwellwert, der nicht überschritten oder unterschritten werden darf, mit einem Wert zwischen 0 und 1 multipliziert. Dazu wird bei Annäherung an den Schwellwert im erlaubten Bereich ein Hilfsschwellwert in der Nähe des Schwellwerts gesetzt. Für die erlaubten Werte dazwischen wird das Sollmoment mit dem interpolierten Wert zwischen 0 und 1 multipliziert. Der Übergang zwischen vollem Sollmoment M4 und keinem Sollmoment M4 = 0 ist nicht abrupt, sondern wird gleitend ausgeführt.

Besonders bei Nutzfahrzeugen ist es vorteilhaft, bei sehr geringen Geschwindigkeiten v keine Rekuperation der Bremsenergie vorzusehen, etwa unterhalb eines Schwellwerts der Geschwindigkeit von vorzugsweise 5 km/h. Damit wird verhindert, daß z. B. bei Betätigung des Bremspedals bei Fahrzeugstillstand (v = 0) ein negatives Drehmoment angefordert und unbeabsichtigt eine Rückwärtsfahrt des Fahrzeugs eingeleitet wird.

Vorzugsweise ist dazu im Controller eine Kennlinie abgelegt, die abhängig von der Geschwindigkeit v eine Zahl zwischen 0 und 1 ausgibt. Unterhalb des Schwellwerts ist diese Zahl 0, bei einem weiteren, etwas höheren Hilfsschwellwert, z. B. über 7 km/h, ist diese Zahl 1, Zwischenwerte für Geschwindigkeiten zwischen dem Schwellwert und dem Hilfsschwellwert werden interpoliert. Der Ausgangswert wird mit dem Bremsmoment der Elektromaschine multipliziert und begrenzt es damit. Das langsame Ansteigen zwischen 5 und 7 km/h sorgt für weiche Übergänge. Ähnlich kann das Elektromaschinensollmoment auch durch andere physikalische Grenzen herabgesetzt werden, z. B. für Strom- und Spannungsgrenzen, welche für die Energiespeichereinheit 8 und/oder die Energieabführeinheit 9 vorgege-

ben sind, und/oder auch für Schwellwerte der Temperatur von Umrichter 2 und/oder Elektromaschine 1.

Weiterhin wird aus der Betätigung des Fahrpedals ermittelt, ob der Fahrer das Fahrzeug antreiben oder bremsen will. Dabei hat ein positives Bremsmoment der Elektromaschine 1 Priorität. Das Ergebnis (+1 = Antreiben, -1 = Bremsen) wird im Controller ausgewertet und entsprechend durchgeschaltet. Im Antriebsfall ist der Ablauf dem im Bremsfall sehr ähnlich, daher wird der Ablauf nur für den Bremsfall näher erläutert.

Im Bremsfall wird ein positives Bremsmoment negiert, da zum Bremsen ein negatives Elektromaschinenmoment verwendet werden soll. Mit dem negierten Bremsmoment wird ein Bewertungsfaktor x3 multipliziert (Wert zwischen 0 und 1). Damit wird das Elektromaschinensollmoment bei Erreichen vorgegebener Schwellwerte herabgesetzt.

Der Ausgang Y steuert die Bremswiderstandseinheit 9 an (Wert zwischen 0 und 1), d. h. dem Umrichter 2 ist eine Schalteinrichtung zugeordnet, die zwischen Energiespeichereinheit 8 und Energieabführeinheit 9 umschaltet und die Elektromaschine 1 entweder mit der Energiespeichereinheit 8 oder mit der Energieabführeinheit 9 verbindet.

Das Elektromaschinensollmoment M4 wird vorzugsweise durch zwei Kennfelder begrenzt, die den Ladezustand der Batterie und die Strom- und Spannungsgrenzen der Batterie festhalten. Beide liefern Werte zwischen 0 und 1 und werden miteinander multipliziert. Liegt einer der beiden Werte unter 1, so liegt das gesamte Ergebnis auch unter 1. In diesem Fall wird ein Teil der Energie über die Bremswiderstandseinheit 9 geleitet.

Der Sollwert Y der Ansteuerung der Bremswiderstandseinheit 9 wird weiterhin bei Überschreiten von Grenztemperaturen der Bremswiderstandseinheit 9 mit einem Faktor F = 0 und bei zulässigen Werten in ausreichendem Abstand zu einer vorgegebenen Grenztemperatur mit einem Faktor F = 1 multipliziert.

Der Begrenzungsfaktor durch Strom I, Spannung U und Batterieladezustand SOC wird mit dem Begrenzungsfaktor der Bremswiderstandstemperaturen θ1, θ2, θ3, θ4 verglichen. Der maximale der beiden Werte wird für die Begrenzung des Elektromaschinensollmoments M4 herangezogen. So ist sichergestellt, daß auch bei voller Batterie ein Bremsmoment erzeugt werden kann. Werden beide Begrenzungsfaktoren herabgesetzt, dann kann auch nur mit begrenzter Leistung über die Elektromaschine 1 gebremst werden.

Zu erwähnen bleibt die zusätzliche Überwachung der Elektromaschinentemperatur TEM, die zu einer Begrenzung des Elektromaschinensollmoments M4 führt.

Die Begrenzung der Strom- und Spannungsgrenzen U, I wird vorzugsweise mit PID-Reglern durchgeführt.

Der Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs kann durch die Rekuperation der Bremsenergie vorteilhaft gesenkt werden. In schweren Nutzfahrzeugen wirkt die Elektromaschine 1 als Dauerbremse. Ein Retarder oder ähnliches kann damit eingespart werden.

Das maximale Moment der Antriebseinheit 4 kann durch Hinzuschalten der Elektromaschine 1 kurzzeitig gesteigert werden, z. B. für Überholvorgänge oder Steigungen. Damit kann der Verbrennungsmotor 4 kleiner ausgelegt werden. Geringe Leistung des Verbrennungsmotors 4 bei kleinen Drehzahlen wird durch die Elektromaschine 1 kompensiert.

Die Elektromaschine 1 kann den Anfahrvorgang unterstützen und beim Rangieren verwendet werden.

In Gebieten, in denen kein Verbrennungsmotor betrieben werden darf, kann das Fahrzeug dennoch lokal emissionsfrei mit Hilfe des Elektroantriebs bewegt werden, z. B. in Lagerhallen.

Die Antriebseinheit ist redundant. Bei Ausfall des Verbrennungsmotors kann mit dem Elektromotor weitergefahren werden, z. B. zum Verlassen der Fahrbahn.

Die Elektromaschine kann zum aktiven Dämpfen von Antriebsstrangschwingungen eingesetzt werden.

Die Elektromaschine 1 kann Schaltvorgänge unterstützen, vorzugsweise wird das Fahrzeug auch während des Schaltvorgangs angetrieben. Dies ist besonders bei schweren Nutzfahrzeugen hilfreich, die insbesondere an Steigungen während des Schaltvorgangs stark an Geschwindigkeit verlieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs mit einem Hauptantrieb (4) und einer Elektromaschine (1), bei dem die Elektromaschine (1) im Motorbetrieb und/oder im Generatorbetrieb betrieben wird, wobei im Generatorbetrieb kinetische Fahrzeugenergie von der Elektromaschine (1) in elektrische Leistung umgewandelt und in einer Energiespeichereinheit (8) gespeichert wird, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß in einem Zyklus zuerst überprüft wird, ob eine Antriebsanforderung oder eine Bremsanforderung für das Fahrzeug vorliegt,
- daß bei erfolgter Antriebsanforderung überprüft wird, ob eine Entnahme von Energie aus der Energiespeichereinheit (8) unter Berücksichtigung von Schwellwerten zulässig ist, bei zulässiger Entnahme dort Energie entnommen und zum Antrieb des Fahrzeugs bereitgestellt wird, bei nicht zulässiger Entnahme Energie nur vom Hauptantrieb zur Verfügung gestellt wird, oder, wenn keine Antriebsanforderung erfolgt ist,
- daß überprüft wird, ob eine Bremsanforderung vorliegt, bei vorliegender Bremsanforderung überprüft wird, ob eine Zufuhr von Energie in die Energiespeichereinheit (8) unter Berücksichtigung von Schwellwerten zulässig ist, bei zulässiger Zufuhr dort Energie zugeführt und so kinetische Energie des Fahrzeugs in der Energiespeichereinheit (8) gespeichert wird, bei nicht zulässiger Zufuhr Energie in eine Energieabführeinheit (9) abgegeben wird und
- daß anschließend der Zyklus wiederholt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Überprüfung der Zulässigkeit der Entnahme von Energie aus der Energiespeichereinheit (8) Schwellwerte eines zulässigen Entladestroms und/oder einer zulässigen Entladespannung und/oder eines zulässigen Energieinhalts und/oder einer zulässigen Temperatur der Energiespeichereinheit (8) verwendet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Überprüfung der Zulässigkeit der Zufuhr von Energie in die Energiespeichereinheit (8) Schwellwerte eines zulässigen Ladestroms und/oder einer zulässigen Ladespannung und/oder eines zulässigen Energieinhalts und/oder einer zulässigen Temperatur der Energiespeichereinheit (8) verwendet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zulässigkeit der Zufuhr von Energie in die Energieabführeinheit (9) Schwellwerte eines maximal zulässigen Stroms und/oder einer maximal zulässigen Ladespannung und/oder einer maximal zulässigen Temperatur der Energieabführeinheit (9) verwendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß bei geringen Geschwindigkeiten (v) des Fahrzeugs unterhalb einer Schwellgeschwindigkeit (v) eine Energiezufuhr in die Energiespeichereinheit (8) unterbleibt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Geschwindigkeiten des Fahrzeugs unterhalb einer Schwellgeschwindigkeit (v1) ein Bremsmoment abhängig von der aktuellen Geschwindigkeit (v) begrenzt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das bei Annäherung an einen Schwellwert d Elektromaschinensollmoment begrenzt wird, indem bei Annäherung an den Schwellwert das Elektromaschinensollmoment mit einem Wert zwischen 0 und multipliziert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Antriebsanforderung und/oder der Bremsanforderung ein Fahrpedal auf einen Betätigungsvorgang überprüft wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

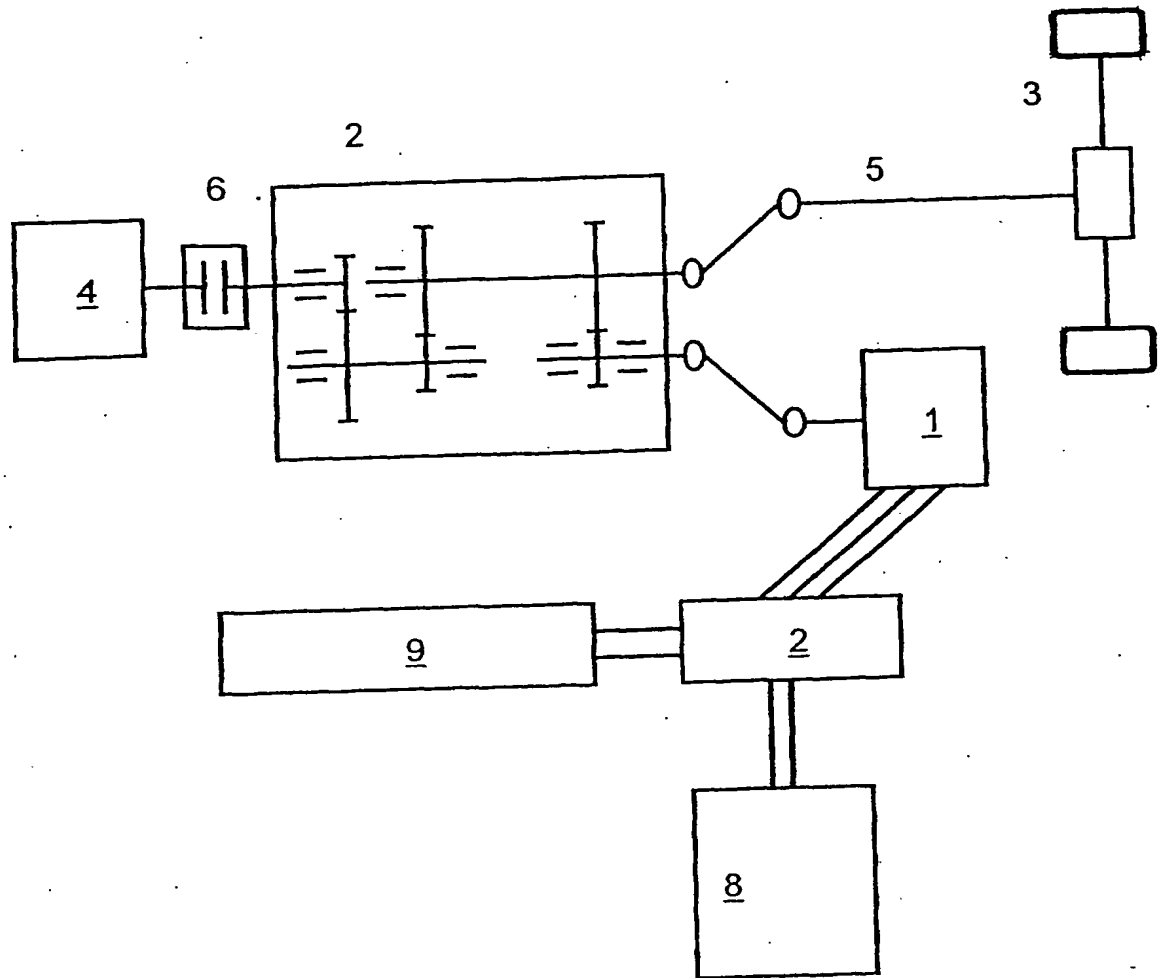


Fig. 1

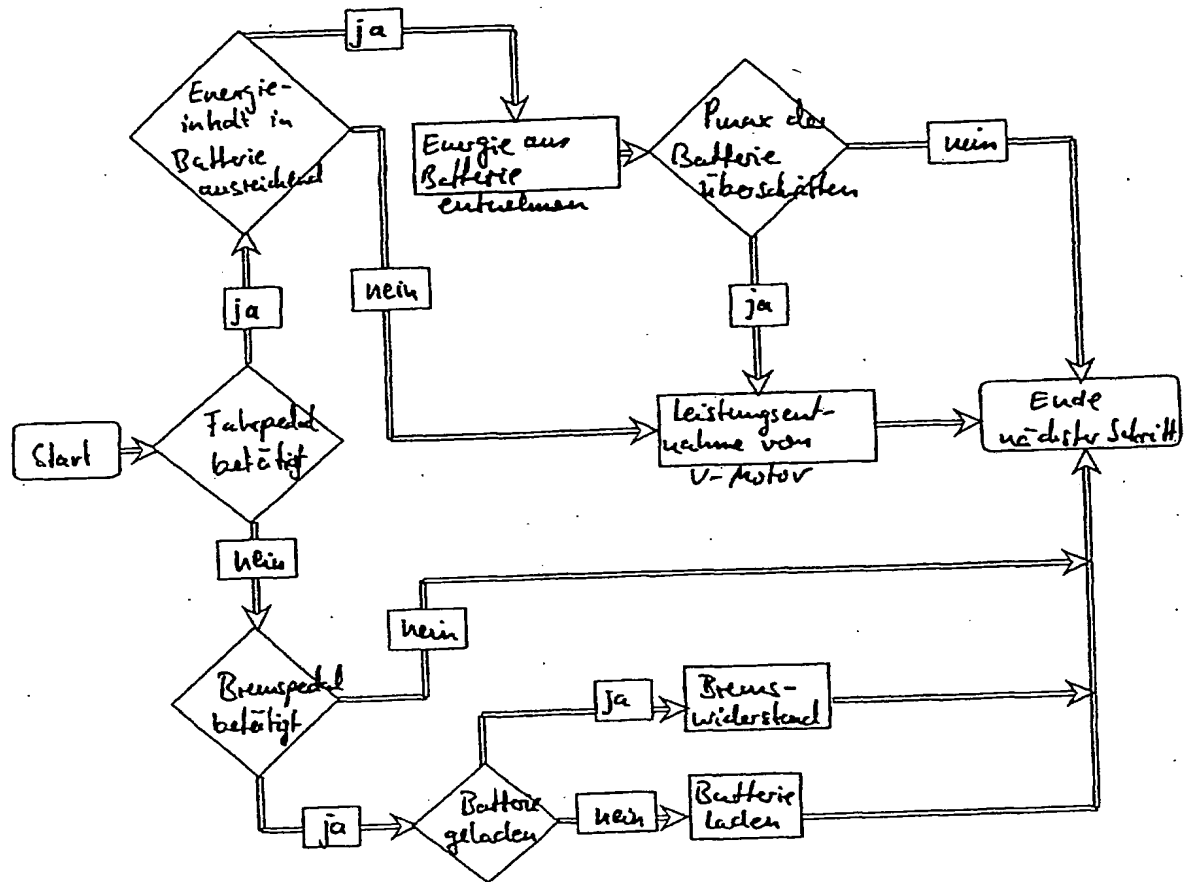


Fig. 2

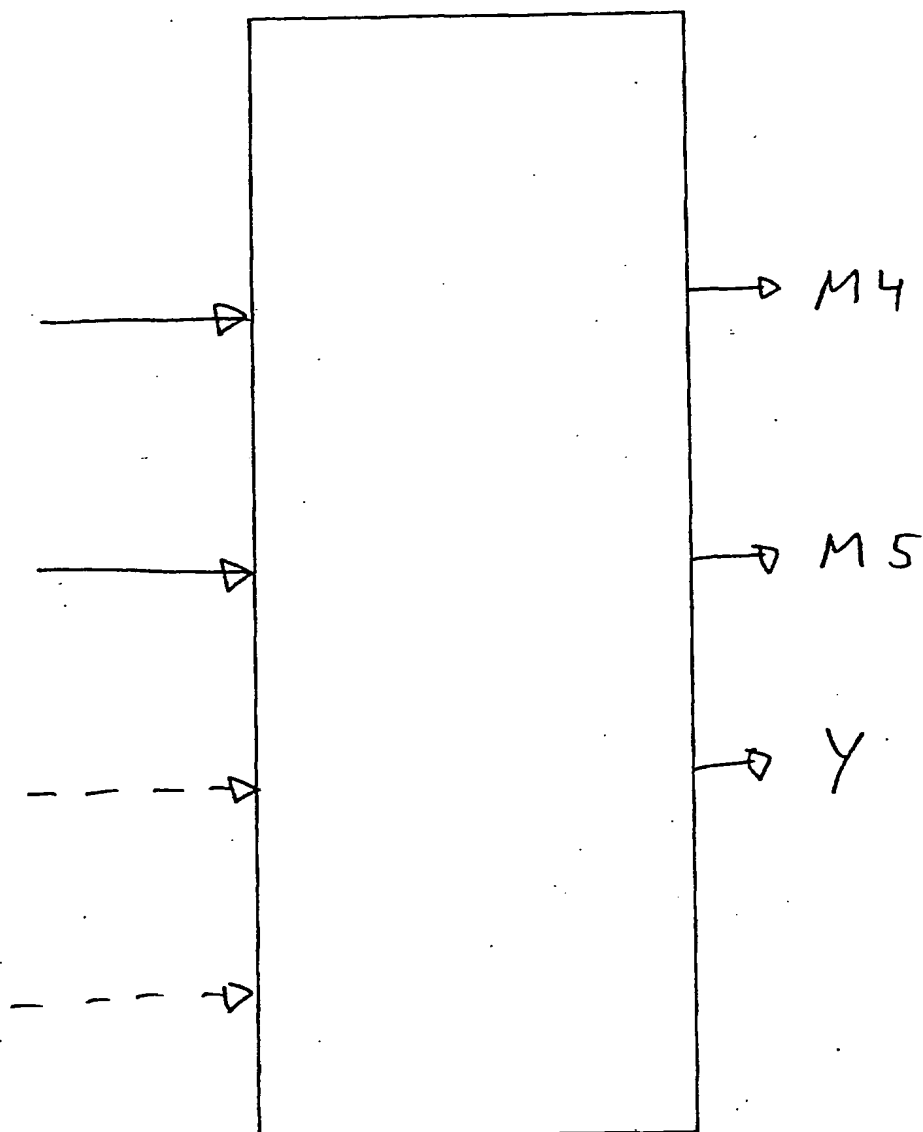


Fig. 3